



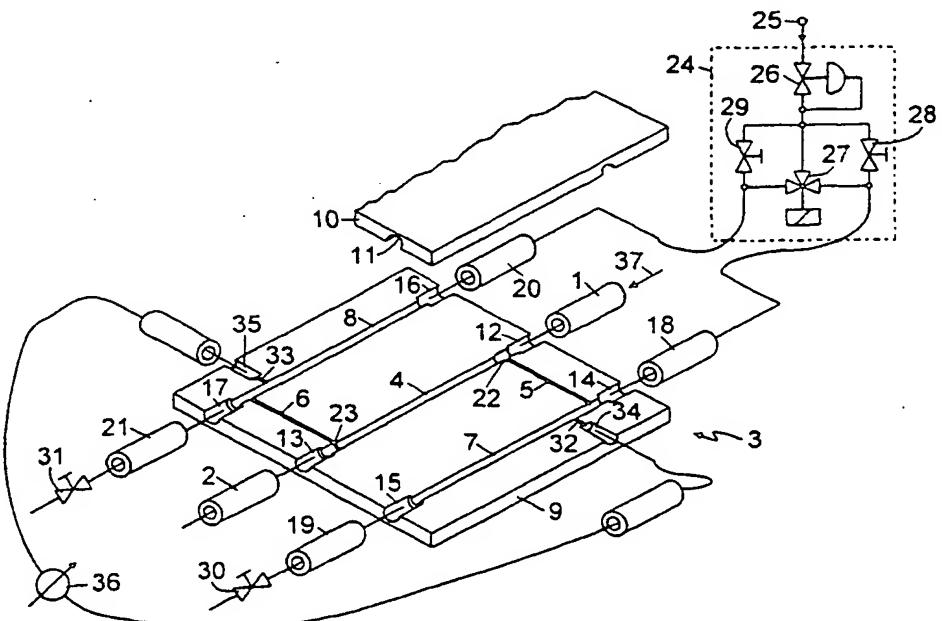
(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01N 30/46, 30/20		A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/17634 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. März 2000 (30.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03054			(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 23. September 1999 (23.09.99)			
(30) Prioritätsdaten: 198 43 942.3 24. September 1998 (24.09.98) DE			Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GELLERT, Udo [DE/DE]; Maxburgring 23, D-76756 Bellheim (DE). MÜLLER, Friedhelm [DE/DE]; Bahnhofstrasse 106, D-76351 Linkenheim-Hochstetten (DE). STECKENBORN, Arno [DE/DE]; Stadtstrandstrasse 467B, D-13589 Berlin (DE).			

(54) Title: GAS FLOW SWITCHING DEVICE

(54) Bezeichnung: GASDURCHFLUSS-UMSCHALTEINRICHTUNG

(57) Abstract

To reverse gas flows between gas sources and gas sinks, a gas flow switching device comprises gas passages, which communicate with each other and have connecting points for the gas sources and sinks, as well as a device for setting different pressures. The aim of the invention is to simplify the construction of such a gas flow switching device while making it possible to obtain precisely defined pressure and flow conditions without the need for calibration. To this end two plates (9, 10), which are positioned on top of each other and joined together, on their sides facing each other have congruent channels (11) having a semicircular cross-section. Said channels embody the gas passages (4, 8) and, at their lateral exit points from the plates (9, 10), the connecting points (12 to 17).



(57) Zusammenfassung

Zur Umschaltung von Gasströmen zwischen Gasquellen und Gassenken enthält eine Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung miteinander kommunizierende Gaswege mit Anschlußstellen für die Gasquellen und Gassenken sowie eine Einrichtung zur Einstellung unterschiedlicher Drücke. Um den Aufbau der Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zu vereinfachen, wobei ohne Justieraufwand genau definierte Druck- und Strömungsverhältnisse erreichbar sein sollen, ist vorgesehen, daß zwei aufeinanderliegende und miteinander verbundene Platten (9, 10) auf ihren einander zugewandten Seiten deckungsgleiche Rinnen (11) mit halbkreisförmigem Querschnitt aufweisen, die die Gaswege (4 bis 8) und dort, wo sie seitlich aus den Platten (9, 10) austreten, die Anschlußstellen (12 bis 17) bilden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Amenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Danemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zur Umschaltung von Gasströmen zwischen Gasquellen und Gas-
senken, mit Gaswegen, die miteinander kommunizieren und An-
schlußstellen für die Gasquellen und Gassenken aufweisen, und
mit einer Einrichtung zur Einstellung unterschiedlicher
10 Drücke an vorgegebenen Anschlußstellen.

Eine derartige, aus der DE 28 06 123 C2 bekannte Gasdurch-
fluß-Umschalteinrichtung dient zur Änderung von Strömungs-
richtungen in einer chromatographischen Trennsäulenschaltung
15 durch Erzeugung von Druckgefällen wechselnder Richtung zwi-
schen geeigneten Stellen der Trennsäulenschaltung. Hierzu
weist die bekannte Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung einen
Hauptgasweg auf, der mit seinen beiden Anschlußstellen zwi-
schen zwei Trennsäulen geschaltet ist und in der Nähe beider
20 Anschlußstellen jeweils über einen Verbindungsgasweg mit je-
weils einem Hilfsgasweg verbunden ist. Die beiden Hilfsgas-
wege sind über eine mehrere Ventile enthaltende Einrichtung
zur Einstellung unterschiedlicher Drücke mit einer Trägergas-
quelle verbunden. Durch Einstellung unterschiedlicher Druck-
25 gefälle zwischen den Hilfsgaswegen sowie zwischen diesen und
den Anschlußstellen des Hauptgasweges kann einer Gasprobe,
die aus der einen, ersten Trennsäule austritt, der Eintritt
in die andere, zweite Trennsäule wahlweise freigegeben oder
für die Betriebsart "Schnitt" versperrt werden, wobei im
30 letzteren Fall die Gasprobe über den entsprechenden Hilfsgas-
weg einem nachgeschalteten Detektor oder einer dritten Trenn-
säule zugeführt wird. Außerdem kann die erste Trennsäule mit
dem Trägergas aus der Trägergasquelle rückgespült werden. Die
zur Umschaltung der Gasströme benötigten Ventile kommen dabei
35 nur mit dem Trägergas, nicht jedoch mit der Gasprobe in Be-
rührung und können darüber hinaus außerhalb des zur Beheizung

der Trennsäulen üblicherweise dienenden Ofens angeordnet sein.

Die bekannte Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung weist zur 5 Realisierung der Gaswege einen Block mit einer Mittelbohrung auf, in die von beiden Seiten die Endstücke der beiden Trennsäulen eingeführt sind. Der Hauptgasweg besteht aus einer Kapillare, die koaxial in der Mittelbohrung verläuft und mit ihren Enden in die Endstücke der Trennsäulen hineinragt. Die 10 Hilfsgaswege sind in Form von Kapillaren ausgebildet, die in den Block eingesetzt sind und in zwei gegeneinander abgedichtete Raumhälften der Mittelbohrung einmünden. Die Verbindungsgaswege werden von den Ringspalten zwischen den Endstücken der Trennsäulen und der in sie hineinragenden Kapillare 15 des Hauptgasweges gebildet. Der mehrteilige Aufbau der bekannten Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung ist somit verhältnismäßig aufwendig, zumal die Teile zueinander justiert werden müssen.

20 Eine weitere, aus der EP 0 386 033 B1 bekannte Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung dient zum ventilllosen Dosieren einer Gasprobe für die gaschromatographische Analyse. Hierzu sind ein Trägergasweg und ein Probengasweg, die beide über einen Verbindungsgasweg miteinander verbunden sind, über eine Einrichtung 25 zur Einstellung unterschiedlicher Drücke an einer Trägergasquelle angeschlossen, wobei zwischen der Trägergasquelle und dem Probengasweg eine Dosiereinrichtung zum Einschleusen eines Probengaspfropfes in den Trägergasstrom angeordnet ist. Der Probengasweg ist in Form einer rohrförmigen 30 Kammer ausgebildet. Der Trägergasweg besteht aus zwei die Kammer durchsetzenden Innenrohren unterschiedlichen Durchmessers, die an ihren Enden unter Bildung eines Ringspaltes ineinandergeschoben sind, wobei der Ringspalt den Verbindungsgasweg zwischen dem Probengasweg und dem Trägergasweg 35 darstellt. Durch Einstellung unterschiedlicher Drücke in dem Trägergasweg und dem Probengasweg, lässt sich an der Stelle des Ringspaltes der Eintritt von Probengas aus dem Probengas-

weg in den Trägergasweg verhindern oder gezielt Probengas aus dem Probengasweg in den durch den Trägergasweg fließenden Trägergasstrom einschleusen. Auch bei dieser bekannten Gas-
durchfluß-Umschalteinrichtung ist der mehrteilige Aufbau ver-
5 gleichsweise aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau einer Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zu vereinfachen, wobei ohne Justieraufwand genau definierte Druck- und Strömungsverhältnisse 10 erreichbar sein sollen.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß bei der Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung der eingangs angegebenen Art zwei aufeinanderliegende und miteinander verbundene Platten 15 auf ihren einander zugewandten Seiten deckungsgleiche Rinnen mit halbkreisförmigem Querschnitt aufweisen, die die Gaswege und dort, wo sie seitlich aus den Platten austreten, die Anschlußstellen bilden.

20 Die Rinnen, die bei den zusammengefügten Platten die Gaswege bilden, lassen sich fertigungstechnisch mit sehr hoher Genauigkeit in die Platten einbringen, so daß gewünschte Druck- und Strömungsverhältnisse, für die die Geometrien der Gaswege berechnet sind, auch in der Praxis erreicht werden. Die Platten 25 lassen sich im Unterschied zu den Teilen der bekannten Gasdurchfluß-Umschalteinrichtungen vergleichsweise einfach justieren, wobei die Zusammenfügung der Platten automatisch oder halbautomatisch erfolgen kann. Schließlich ist der planare Aufbau der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschaltein- 30 richtung sehr kompakt, wobei insbesondere bei mikromechanischer Fertigung der Gaswege sehr kleine Baugrößen erreicht werden.

35 Die Gasquellen und Gassenken sind vorzugsweise über Kapillaren mit den Gaswegen der Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung verbunden, wozu der Querschnitt der Rinnen an den Anschlußstellen größer ist als im Bereich der dazwischenliegenden

Gaswege und die Kapillaren mit ihren Enden in den Anschlußstellen eingesetzt sind. Der Querschnitt, der unmittelbar hinter den Anschlußstellen liegenden Bereiche der Gaswege entspricht dabei dem Innenquerschnitt der Kapillaren, so daß 5 keine Strömungshindernisse entstehen.

Die Rinnen können grundsätzlich auf unterschiedliche Weise, z. B. mit Hilfe eines Lasers, in die Platten eingebracht werden. Vorzugsweise bestehen die Platten aus monokristallinem 10 Silizium, in das die Rinnen durch isotropes Ätzen eingebracht sind. Dies kann beispielsweise mittels einer Mischung von Flußsäure und Salpetersäure erfolgen. Alternativ kann das monokristalline Silizium im Bereich der Rinnen in poröses Silizium umgewandelt und anschließend durch Ätzen entfernt 15 wurde. Der Ätzvorgang läuft in dem porösen Silizium isotrop ab, so daß darin die Rinnen mit dem gewünschten halbkreisförmigen Querschnitt ausgebildet werden. Zum Schutz der Rinnen gegenüber dem durchströmenden Gas können diese mit einer Siliziumdioxidschicht ausgekleidet sein.

20 Zum Umschalten von Proben- und Trägergasströmen zwischen zwei chromatographischen Trennsäulen, wie dies aus der oben erwähnten DE 28 06 123 C2 bekannt ist, ist bei der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung vorgesehen, daß die 25 Rinnen in den Platten einen Hauptgasweg, zwei Hilfsgaswege und zwei Verbindungsgaswege bilden, daß beiderseits des Hauptgasweges jeweils einer der Hilfsgaswege verläuft, daß jeder der beiden Hilfsgaswege über jeweils einen der Verbindungsgaswege mit dem Hauptgasweg verbunden ist, wobei die 30 Einmündungsstellen der Verbindungsgaswege in den Hauptgasweg entlang des Hauptgasweges gegeneinander versetzt angeordnet sind, daß der Querschnitt der Verbindungsgaswege kleiner als die Querschnitte des Hauptgasweges und der Hilfsgaswege sind und daß der Querschnitt des Hauptgasweges im Bereich zwischen 35 den Einmündungsstellen der Verbindungsgaswege geringer als außerhalb dieses Bereichs ist, wobei in der bekannten Weise der Hauptgasweg in Reihenschaltung mit den beiden Trennsäulen

zwischen diesen geschaltet ist und die Hilfsgaswege auf einer Seite über die Einrichtung zur Einstellung unterschiedlicher Drücke mit einer Trägergasquelle verbunden sind. Um die zur Umschaltung der Gasströme zwischen den Trennsäulen in den 5 Hilfsgaswegen unterschiedlich einzustellenden Drücke bzw. das Druckgefälle zwischen den Hilfsgaswegen messen zu können, sind die Hilfsgaswege in vorteilhafter Weise jeweils über abzweigende Gaswege mit Anschlußstellen für Druckmeßeinrichtungen verbunden.

10 Zum Dosieren eines Probengases, insbesondere für die gas-chromatographische Analyse, wie sie aus der oben erwähnten DE 37 35 814 A1 bekannt ist, ist bei der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung vorgesehen, daß die Rinnen 15 in den Platten einen Trägergasweg, einen Probengasweg und einen Verbindungsgasweg zwischen dem Trägergasweg und dem Probengasweg bilden und daß an dem Abzweig des Verbindungs-gasweges von dem Probengasweg das Verhältnis der Querschnitte des Verbindungsgaswegs und der Fortsetzung des Probengasweges 20 einem vorgegebenen Teilungsverhältnis des Probengasstromes entspricht, wobei in der bekannten Weise der Trägergasweg und der Probengasweg auf einer Seite über die Einrichtung zur Einstellung unterschiedlicher Drücke mit einer Trägergasquel-le verbunden sind und zwischen der Trägergasquelle und dem 25 Probengasweg eine Dosiereinrichtung zum Einschleusen eines Probengaspfropfes in den Trägergasstrom angeordnet ist. Durch die Festlegung der Querschnitte des Verbindungsgasweges und der Fortsetzung des Probengasweges in Abhängigkeit von der einzustellenden Teilung des Probengasstromes wird verhindert, 30 daß es beim Umleiten von einem Teil des Probengases aus dem Probengasweg in den Verbindungsgasweg zu einer Diskriminie-rung unterschiedlich großer Gasmoleküle kommt. Große Mole-küle, z. B. des Probengases, lassen sich nämlich nicht so leicht umlenken, wie kleinere Moleküle, z. B. des Träger-gases, so daß bei einer unsymmetrischen Weggabelung entweder 35 die größeren oder die kleineren Moleküle des Probengases bevorzugt in den Verbindungsgasweg und anschließend in den

Trägergasweg gelangen würden, was zu einer Meßverfälschung bei der nachfolgenden gaschromatographischen Analyse führen würde. Bei einer bevorzugten Teilung des Probenstromes im Verhältnis 50 : 50 ist die Weggabelung von dem Abzweig des 5 Verbindungsgasweges von dem Probengasweg symmetrisch ausgebildet.

Wie bereits erwähnt, können bei der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung die Gaswege durch mikromechanische Fertigungsverfahren mit hoher Genauigkeit ausgebildet 10 werden, so daß die Geometrien der Gaswege nach ihrer Fertigung sehr genau bekannt sind. Dies wird in vorteilhafter Weise dadurch ausgenutzt, daß bei der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung mit mindestens einer daran angeschlossenen chromatographischen Trennsäule die Einrichtung 15 zur Einstellung unterschiedlicher Drücke elektronische Druckregler enthält, deren Sollwerte aufgrund von Geometriedaten der Gaswege und der Trennsäule und in Abhängigkeit von Parametern der durchströmenden Gase sowie in Abhängigkeit von der 20 Temperatur und der gewünschten Strömungsgeschwindigkeit in der Trennsäule berechnet und eingestellt sind. Damit ist der bisher notwendige Grundabgleich der Drücke mit Hilfe von einstellbaren Nadelventilen nicht mehr erforderlich.

25 Da in der Regel der Innendurchmesser der Trennsäule aufgrund von Fertigungstoleranzen und wegen ihrer Belegung mit einer flüssigen Trennphase nicht exakt bekannt ist, wird vorzugsweise die Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung bei Einstellung der berechneten Sollwerte an den Druckreglern mit einem Probengas, z. B. Luft, betrieben, das mit der Trennphase der Trennsäule keine Wechselwirkung hat, wobei die Durchlaufzeit 30 (Retentionszeit) des Probengases durch die Trennsäule gemessen und daraus der mittlere Innendurchmesser der Trennsäule berechnet wird. Aufgrund des so ermittelten mittleren Innen- 35 durchmessers der Trennsäule werden anschließend die Sollwerte für die Druckregler nachberechnet und neu eingestellt.

Zur weiteren Erläuterung der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung wird im folgenden auf die Figuren der Zeichnung Bezug genommen; im einzelnen zeigen

5 Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zum Umschalten von Proben- und Trägergasströmen zwischen zwei chromatographischen Trennsäulen,

10 Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zum Dosieren eines Probengases für die gaschromatographische Analyse, die

15 Figuren 3 bis 18 ein Beispiel für die Ausbildung von Gaswegen bei der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung in mehreren aufeinanderfolgenden Fertigungsschritten und

20 Figur 19 ein Prinzipschaltbild eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung mit einer aus elektronischen Druckreglern bestehenden Einrichtung zur Einstellung unterschiedlicher Drücke.

Figur 1 zeigt zwei, hier nur abschnittsweise dargestellte, chromatographische Kapillar-Trennsäulen 1 und 2, die an einer Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung 3 angeschlossen sind. Die Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung 3 dient dazu, eine Gasprobe, die aus der einen Trennsäule, z. B. 1, austritt, entweder in die andere Trennsäule 2 weiterzuleiten oder ihr den Eintritt in die andere Trennsäule 2 zu versperren und sie umzuleiten. Dazu sind die beiden Trennsäulen 1 und 2 über einen Hauptgasweg 4 miteinander verbunden, der über zwei Verbindungsgaswege 5 und 6 mit zwei Hilfsgaswegen 7 und 8 kommuniziert.

Zur Ausbildung der Gaswege 4 bis 8 enthalten zwei aufeinanderliegende und miteinander verbundene Platten 9 und 10 auf ihren einander zugewandten Seiten deckungsgleiche Rinnen 11 mit jeweils halbkreisförmigem Querschnitt, die die Gaswege 4

bis 8 und dort, wo sie seitlich aus den Platten 9 und 10 austreten, Anschlußstellen 12 bis 17 der Gaswege 4 bis 8 bilden. Die beiden Platten 9 und 10 sind hier lediglich der besseren Übersicht wegen voneinander getrennt dargestellt. Der Querschnitt 5 der Rinnen 11 ist an den Anschlußstellen 12 bis 17 größer als im Bereich der dazwischenliegenden Gaswege 4 bis 8 und entspricht dem Außenquerschnitt der Kapillar-Trennsäulen 1 und 2 sowie weiterer Kapillaren 18 bis 21, die in die Anschlußstellen 12 bis 17 eingesetzt und dort verklebt sind.

10 Der Querschnitt der unmittelbar hinter den Anschlußstellen 12 bis 17 liegenden Bereiche der Gaswege 4 bis 8 entspricht in etwa dem Innenquerschnitt der Kapillaren 1, 2, 18 bis 21, so daß keine unnötigen Strömungshindernisse entstehen.

15 Wie Figur 1 zeigt, verlaufen die Hilfsgaswege 7 und 8 beiderseits des Hauptgasweges 4 zu diesem parallel. Die Einmündungsstellen 22 und 23 der beiden Verbindungsgaswege 5 und 6 in den Hauptgasweg 4 sind entlang des Hauptgasweges 4 gegenüber 20 einander versetzt, wobei der Querschnitt des Hauptgasweges 4 im Bereich zwischen den Einmündungsstellen 22 und 23 kleiner ist als in den Bereichen zwischen den Einmündungsstellen 22, 23 und den Anschlußstellen 12, 13 für die Trennsäulen 1 bzw. 2. Die Querschnitte der Verbindungsgaswege 5 und 6 entsprechen dem des Hauptgasweges 4 im Bereich zwischen den Einmündungsstellen 22 und 23 oder sie sind, wie hier gezeigt, kleiner. 25

Die Hilfsgaswege 7 und 8 sind an den Anschlußstellen 14 und 30 16 über die Kapillaren 18 und 20 und eine Einrichtung 24 zur Einstellung unterschiedlicher Drücke in den Hilfsgaswegen 7 und 8 an einer Trägergasquelle 25 angeschlossen. Die Einrichtung 24 enthält einen Druckregler 26, der an seinem Eingang an der Trägergasquelle 25 angeschlossen ist und an seinem Ausgang über ein steuerbares Umschaltventil 27 mit den beiden 35 Kapillaren 18 und 20 verbunden ist. Ferner ist zwischen dem Ausgang des Druckreglers 26 und den beiden Kapillaren 18 und 20 jeweils ein Nadelventil 28 bzw. 29 geschaltet.

Die Anschlußstellen 15 und 17 der Hilfsgaswege 7 und 8 können über die Kapillaren 19 und 21 mit darin angeordneten weiteren Nadelventilen 30 und 31 in aus der DE 28 06 123 C2 bekannter und daher nicht eigens dargestellter Weise mit einem Monitor-
5 detektor bzw. einem der Trennsäule 2 nachgeordneten gaschromatographischen Detektor verbunden sein.

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäß Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung sind die Hilfsgaswege 7 und 10 8 jeweils über abzweigende Gaswege 32 und 33 mit Anschlußstellen 34 und 35 für Druckmeßeinrichtungen, hier einen Differenzdruckmesser 36, verbunden.

Für die folgende Funktionsbeschreibung wird angenommen, daß 15 durch die Trennsäule 1 ein Probengasstrom 37 getrieben wird. Die Einstellung der Druckverhältnisse in den Hilfsgaswegen 7 und 8 wird mit Hilfe des Differenzdruckmessers 36 in der Weise vorgenommen, daß zunächst der Druck im Druckregler 26 auf einen Wert eingestellt wird, der über dem Druckwert 20 liegt, der sich aufgrund des durch die in Reihe liegenden Trennsäulen 1 und 2 fließenden Probengasstromes 37 einstellen würde. Die Nadelventile 28 und 29 werden so eingestellt, daß je nach Schaltstellung des Umschaltventils 27 ein Druckgefälle mit unterschiedlicher Wirkungsrichtung zwischen den 25 Hilfsgaswegen 7 und 8 entsteht. Ist der Druck in dem Hilfsgasweg 7 größer als der in dem Hilfsgasweg 8, so entsteht in dem Hauptgasweg 4 ein Druckgefälle, das von der Anschlußstelle 12 der Trennsäule 1 in Richtung zu der Anschlußstelle 13 der Trennsäule 2 wirkt. Als Folge dessen fließt der aus der 30 Trennsäule 1 austretende Probengasstrom 37 durch den Hauptgasweg 4 und tritt anschließend in die Trennsäule 2 ein. Da der Druck in beiden Hilfsgaswegen 7 und 8 größer als der in dem Hauptgasweg 4 ist, können keine Probengaskomponenten aus dem Hauptgasweg 4 in die Hilfsgaswege 7 bzw. 8 überreten; 35 statt dessen gelangen kleine Mengen des Trägergases aus den Hilfsgaswegen 7 und 8 in den Hauptgasweg 4, was jedoch wegen

der neutralen Eigenschaften des Trägergases für die Gasanalyse ohne Bedeutung ist.

Wird mit Hilfe des Umschaltventils 27 die Richtung des Druckgefälles zwischen den Hilfsgaswegen 7 und 8 und damit in dem Hauptgasweg 4 zwischen den Anschlußstellen 12 und 13 umgekehrt, so wird der aus der Trennsäule 1 austretende Probengasstrom 37 über den Verbindungsgasweg 5 in den Hilfsgasweg 7 umgeleitet und dort von dem Trägergas aus der Trägergasquelle 25 in Richtung der Kapillare 19 weiterbefördert. Die Trennsäule 2 wird über die Kapillare 20, den Hilfsgasweg 8 und den Verbindungsgasweg 6 mit dem Trägergas aus der Trägergasquelle 25 versorgt. Dabei bildet sich in dem Hauptgasweg 4 eine geringe Trägergasrückströmung aus, die zusammen mit dem aus der Trennsäule 1 austretenden Probengasstrom 37 in den Verbindungsgasweg 5 und von dort in den Hilfsgasweg 7 gelangt.

Wenn in die Trennsäule 1 kein Probengasstrom 37 eingeleitet wird, kann die Trennsäule 1 mit dem Trägergas aus der Trägergasquelle 25 rückgespült werden, indem mittels des Druckreglers 26 in den Gaswegen 4 bis 8 und damit an den in den Anschlußstellen 12 und 13 eingesetzten Enden der Trennsäulen 1 und 2 ein Druck eingestellt wird, der größer ist als die Drücke an den entgegengesetzten Enden der beiden Trennsäulen 1 und 2. Die Trennsäule 2 wird unverändert über die Kapillare 20, den Hilfsgasweg 8 und den Verbindungsweg 6 mit dem Trägergas aus der Trägergasquelle 25 versorgt.

Figur 2 zeigt eine hier nur abschnittsweise dargestellte chromatographische Kapillar-Trennsäule 38, die an einer Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung 39 angeschlossen ist. Die Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung 39 dient dazu, zu einem vorgegebenen Zeitpunkt eine Gasprobe in einen die Trennsäule 38 durchfließenden Trägergasstrom einzuschleusen. Dazu ist die Trennsäule 38 an einem Ende eines Trägergasweges 40 angelassen, der über einen Verbindungsgasweg 41 mit einem Probengasweg 42 verbunden ist. Das andere Ende des Trägergas-

weges 40 und der Probengasweg 42 sind über Kapillaren 43 und 44 und eine Einrichtung 45 zur Einstellung unterschiedlicher Drücke in dem Trägergasweg 40 und dem Probengasweg 42 an einer Trägergasquelle 46 angeschlossen. Im Verlauf der Kapillare 44 zwischen dem Probengasweg 42 und der Einrichtung 45 ist eine Dosiereinrichtung 47 zum Einschleusen eines Proben-
5 gaspfropfes in den Trägergasstrom angeordnet.

Zur Ausbildung der Gaswege 40, 41 und 42 enthalten zwei auf-
10 einanderliegende und miteinander verbundene Platten 48 und 49 auf ihren einander zugewandten Seiten deckungsgleiche Rinnen 50 mit jeweils halbkreisförmigem Querschnitt, die die Gaswege 40, 41 und 42 und dort, wo sie seitlich aus den Platten 48 und 49 austreten, Anschlußstellen 51 bis 54 der Gaswege 40
15 bis 42 bilden. Der besseren Übersicht wegen sind hier die beiden Platten 48 und 49 voneinander getrennt dargestellt. Der Querschnitt der Rinnen 50 ist an den Anschlußstellen 51 bis 54 größer als im Bereich der dazwischenliegenden Gaswege 40 bis 42 und entspricht dem Außenquerschnitt der Kapillar-
20 Trennsäule 38 und der Kapillaren 43, 44 und 63, die in die Anschlußstellen 51 bis 54 eingesetzt und dort verklebt sind.

Wie Figur 2 zeigt, zweigt der Verbindungsgasweg 41 von dem von der Anschlußstelle 54 herkommenden Stück des Probengas-
25 weges 42 unter einem stumpfen Winkel 55 ab. Der Probengasweg 42 setzt sich an dem Abzweig 56 unter demselben Winkel in an-
derer Richtung fort, so daß der Verbindungsgasweg 41 und die Fortsetzung 57 des Probengasweges 42 eine symmetrische Weg-
gabelung bilden. Der Verbindungsgasweg 41 und die Fortsetzung
30 57 des Probengasweges 42 weisen gleich große Querschnitte auf.

Die Einrichtung 45 zur Einstellung unterschiedlicher Drücke in dem Trägergasweg 40 und dem Probengasweg 42 enthält einen
35 Druckregler 58, der mit seinem Eingang an der Trägergasquelle 46 angeschlossen ist und an seinem Ausgang mit der Kapillare

44 sowie über ein Magnetventil 59 mit der Kapillare 43 verbunden ist.

Die im Verlauf der Kapillare 44 angeordnete Dosiereinrichtung 5 47 weist ein Dosierventil 60 bekannter Bauart auf, das in einer ersten, mit durchgezogenen Linien dargestellten Schaltstellung einen Probengasstrom aus einer Leitung 61 in ein Dosievolumen 62 leitet und gleichzeitig den Probengasweg 42 direkt über die Einrichtung 45 mit der Trägergasquelle 46 10 verbindet. In einer zweiten, gestrichelt gezeichneten Schaltstellung wird das Dosievolumen 62 direkt in den Verlauf der Kapillare 44 geschaltet, so daß der Inhalt des Dosievolumens 62 durch den in der Kapillare 44 fließenden Trägergasstrom in den Probengasweg 42 überführt wird.

15

Die Gaswege 40, 41 und 42 und die Kapillaren 38, 43, 44 und 63 mit ggf. darin liegenden Ventilen oder Drosseln sind so bemessen, daß bei geöffnetem Magnetventil 59 der Druck in dem Trägergasweg 40 größer ist als der in dem Probengasweg 42, so 20 daß kein Probengas aus dem Probengasweg 42 über den Verbindungsgasweg 41 in den Trägergasweg 40 und damit die Trennsäule 38 gelangen kann. Wird das Magnetventil 59 geschlossen, so ergibt sich in dem Verbindungsgasweg 41 ein umgekehrtes Druckgefälle in Richtung von dem Probengasweg 42 zu dem Trägergasweg 40, so daß Probengas, welches über die Dosiereinrichtung 47 in den Probengasweg 42 eingeschleust wurde, aus dem Probengasweg 42 in den Verbindungsgasweg 41 abgezweigt 25 wird und von dort über den Trägergasweg 40 in die Trennsäule 38 gelangt. Mittels eines Ventils 64 in der Kapillare 63 wird das Teilungsverhältnis des Probengasstromes auf 50 : 50 30 justiert, wobei durch die symmetrische Ausbildung des Verbindungsgasweges 41 und der Fortsetzung 57 des Probengasweges 42 an der Stelle des Abzweigs 56 verhindert wird, daß es beim Umleiten von einem Teil des Probengases aus dem Probengasweg 35 42 in den Verbindungsgasweg 41 zu einer Diskriminierung unterschiedlich großer Gasmoleküle kommt. Eine asymmetrische Ausbildung der Weggabelung ist ebenfalls möglich, wobei dann

das Verhältnis der Querschnitte des Verbindungswege 41 und der Fortsetzung 57 des Probengasweges 42 dem Teilungsverhältnis des Probengasstromes entspricht.

5 Im folgenden wird anhand der Figuren 3 bis 18 ein Beispiel für die Ausbildung der Rinnen 11 bzw. 50 in den Platten 9 und 10 bzw. 48 und 49 erläutert. Figur 3 zeigt beispielhaft die Platte 9 in einem Längsschnitt, der entlang des in der Platte 9 auszubildenden Hauptgasweges 4 verläuft. Die Platte 9 besteht 10 aus monokristallinem Silizium, das auf seiner Oberseite und seiner Unterseite jeweils eine Siliziumkarbid-Schicht 70 bzw. 71 trägt.

15 In einem nächsten, in Figur 4 gezeigten Schritt werden auf der Unterseite der Platte 9 mittels einer Ätzmaske 72 und durch Anätzen der Siliziumkarbid-Schicht 71 an den nicht abgedeckten Stellen Sägemarkierungen definiert.

20 Wie Figur 5 zeigt, wird anschließend auf der Oberseite der Platte 9 ebenfalls mittels einer Ätzmaske 73 und durch anschließendes Ätzen die Dicke der Siliziumkarbid-Schicht 70 in einem entlang des auszubildenden Hauptgasweges 4 im Bereich zwischen den Einmündungsstellen 22 und 23 verlaufenden Streifen um etwa ein Drittel reduziert.

25 Figur 6 zeigt, wie anschließend in gleicher Weise auf der Oberseite der Platte 9 mittels einer Maske 74 und durch anschließendes Ätzen der Siliziumkarbid-Schicht 70, deren Dicke in zwei schmalen Streifen um etwa zwei Drittel reduziert wird, wobei die Streifen entlang des Hauptgasweges 4 in den Bereichen zwischen der Einmündungsstelle 22 und der Anschlußstelle 12 sowie zwischen der Einmündungsstelle 23 und der Anschlußstelle verlaufen.

35 In einem in Figur 7 gezeigten nächsten Verfahrensschritt wird die obere Siliziumkarbid-Schicht 70 bis auf schmale Streifen in den Bereichen der auszubildenden Anschlußstellen 12 und 13

des Hauptgasweges 4 mit einer Maske 75 abgedeckt. Anschließend wird durch Wegätzen des Siliziumkarbids 70 an den nicht abgedeckten Stellen das monokristalline Silizium der Platte 9 freigelegt.

5

Im folgenden wird, wie Figur 8 zeigt, das monokristalline Silizium an den freigelegten Stellen bis in eine Tiefe von 80 µm in poröses Silizium 76 umgewandelt. Die Umwandlung erfolgt in einem isotrop verlaufenden Atzprozeß, der ausgehend von den schmalen Streifen, in denen das monokristalline Silizium nicht abgedeckt ist, in gleichem Maße unter der Siliziumkarbid-Schicht 70 in horizontaler Richtung verläuft, wie er in die Tiefe fortschreitet, so daß die Bereiche mit dem porösen Silizium jeweils eine halbzylindrische Form aufweisen.

10 Durch Abdünnen der oberen Siliziumkarbid-Schicht 70 entsprechend Figur 9 wird das monokristalline Silizium in den im Verfahrensschritt nach Figur 6 definierten Bereichen des Hauptgasweges 4 zwischen der Anschlußstelle 12 und der Einmündungsstelle 22 sowie zwischen der Anschlußstelle 13 und der Einmündungsstelle 23 freigelegt.

15 Wie Figur 10 zeigt, wird anschließend das monokristalline Silizium der Platte 9 an den von der übriggebliebenen Siliziumkarbid-Schicht 70 nicht abgedeckten schmalen Streifen in einer Breite und Tiefe von 145 µm in poröses Silizium 76 umgewandelt, wobei die im Verfahrensschritt nach Figur 8 bereits in poröses Silizium 76 umgewandelten Bereiche um diesen Betrag auf 225 im weiter verbreitert und vertieft werden.

20 Durch weiteres Abdünnen der Siliziumkarbid-Schicht 70 entsprechend Figur 11 wird das monokristalline Silizium in dem im Verfahrensschritt nach Figur 5 definierten Bereich des Hauptgasweges 4 zwischen den Einmündungsstellen 22 und 23 freigelegt.

Gemäß Figur 12 wird das freiliegende Silizium in eine Breite und Tiefe von 15 μm in poröses Silizium 76 umgewandelt, wobei die zuvor in poröses Silizium umgewandelten Bereiche um diesen Betrag weiter verbreitert und vertieft werden.

5

Nachfolgend werden, wie Figur 13 zeigt, die übriggebliebenen Reste der Siliziumkarbid-Schichten 70 und 71 entfernt.

In einem nächsten, in Figur 14 gezeigten Verfahrensschritt 10 werden in der Platte 9 die in poröses Silizium 76 umgewandelten Bereiche weggeätzt, so daß in der Platte 9 eine Rinne 11 mit unterschiedlich großen halbkreisförmigen Querschnitten entsteht, die in den Bereichen der späteren Anschlußstellen 12 und 13 einen Innenradius von 240 μm , in den Bereichen 15 zwischen der Anschlußstelle 12 und der Einmündungsstelle 22 sowie zwischen der Anschlußstelle 13 und der Einmündungsstelle 23 einen Innenradius von 160 μm sowie im Bereich zwischen den späteren Einmündungsstellen 22 und 23 einen Innenradius von 15 μm aufweist.

20

Entsprechend Figur 15 wird die Rinne 11 mit einer Silizium-dioxid-Schicht 77 ausgekleidet.

Figur 16 zeigt die Platte 9 im Anschluß an den in Figur 15 25 gezeigten Fertigungsschritt zusammen mit der nach demselben Verfahren gefertigten Platte 10, die mit ihren die Rinnen 11 enthaltenden Seiten einander zugewandt zusammengeführt und justiert werden.

30 Die zusammengefügten Platten 9 und 10 werden gemäß Figur 17 bei 1000 °C getempert, wobei sie sich zu einer Einheit mit den darin ausgebildeten Gaswegen, wie dem hier gezeigten Hauptgasweg 4, verbinden. Die Anschlußstellen 12 und 13 des Hauptgasweges 4 weisen dabei jeweils einen Durchmesser von 35 480 μm , die Bereiche zwischen der Anschlußstelle 12 und der Einmündungsstelle 22 sowie zwischen der Anschlußstelle 13 und der Einmündungsstelle 23 jeweils einen Durchmesser von 320 μm .

und der Bereich zwischen den Einmündungsstellen 22 und 23 einen Durchmesser von 30 μm auf.

In einem letzten, in Figur 18 gezeigten Verfahrensschritt 5 werden die beiden miteinander verbundenen Platten 9 und 10 an den in dem Verfahrensschritt nach Figur 4 definierten Sägemarkierungen gesägt.

Figur 19 zeigt ein Prinzipschaltbild des in Figur 1 gezeigten 10 Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung. Die Trennsäule 1 ist auf einer Seite an einer Injektionseinrichtung 80 angeschlossen, von der aus eine zu analysierende Gasprobe 81 mit Hilfe von Trägergas durch die Trennsäule 1 geleitet wird. Dazu ist die Injektionseinrichtung 80 über einen elektronischen Druckregler 82 15 mit einer Trägergasquelle 83 verbunden. Die Trennsäule 1 ist an ihrem anderen Ende an einer Einheit 84 angeschlossen, die aus den in Figur 1 dargestellten Platten 9 und 10 mit den darin ausgebildeten Gaswegen 4 bis 8 besteht. Die Hilfsgaswege 7 und 8 der Einheit 84 sind über eine Einrichtung 85 zur 20 Einstellung unterschiedlicher Drücke in den Hilfsgaswegen 7 und 8 mit der Trägergasquelle 83 verbunden. An der Einheit 84 ist weiterhin die Trennsäule 2 mit einem nachgeordneten Detektor 86 angeschlossen.

25

Bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel besteht die Einrichtung 85 aus zwei elektronischen Druckreglern 87 und 88, von denen der Druckregler 87 den Hilfsgasweg 7 und der Druckregler 88 den Hilfsgasweg 8 mit der Trägergasquelle 83 verbindet. Aufgrund der sehr genauen Fertigungsdaten der Gaswege 30 4 bis 8 in der Einheit 84 lassen sich die Drücke in den Hilfsgaswegen 7 und 8 ohne aufwendige Justierung über die Sollwerte der Druckregler 87 und 88 einstellen. Hierzu werden alle Strömungen und Drücke aufgrund der bekannten Geometriedaten der Gaswege 4 bis 8 und der Geometrien der Trennsäulen 35 1 und 2 unter Berücksichtigung der geeigneten Strömungsgeschwindigkeit in den Trennsäulen 1 und 2, in Abhängigkeit

von der Gasart und der Betriebstemperatur sowie unter Berücksichtigung der Kompressibilität der Gase berechnet. Die berechneten Drücke werden als Sollwerte den Druckreglern 82, 87 und 88 aufgegeben. In einem nächsten Schritt wird über die

5 Injektionseinrichtung 80 ein Probengas, z. B. Luft, durch die Trennsäulen 1 und 2 geleitet, welches mit den Trennphasen der Trennsäulen 1 und 2 praktisch keine Wechselwirkung hat. Die Durchlaufzeit des Probengases durch die Trennsäulen 1 und 2 wird gemessen, wobei dann rückwärts aus der gemessenen Durch-

10 laufzeit der mittlere Innendurchmesser der Trennsäulen 1 und 2 berechnet werden kann. Mit den so ermittelten mittleren Innendurchmessern der Trennsäulen 1 und 2 werden die Sollwerte für die Druckregler 82, 87 und 88 nachberechnet und endgültig eingestellt, so daß damit die Gasdurchfluß-Um-

15 schalteinrichtung abgeglichen ist. Eine aufwendige Justierung von Nadelventilen zum Druckabgleich ist damit nicht mehr erforderlich.

Patentansprüche

1. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zur Umschaltung von Gasströmen zwischen Gasquellen und Gassenken, mit Gaswegen (4 bis 8; 40 bis 42), die miteinander kommunizieren und Anschlußstellen (12 bis 17; 51 bis 54) für die Gasquellen und Gassenken aufweisen, und mit einer Einrichtung (24; 45) zur Einstellung unterschiedlicher Drücke an vorgegebenen Anschlußstellen (18, 20; 52, 54), dadurch gekennzeichnet, daß zwei aufeinanderliegende und miteinander verbundene Platten (9, 10; 48, 49) auf ihren einander zugewandten Seiten deckungsgleiche Rinnen (11; 50) mit halbkreisförmigem Querschnitt aufweisen, die die Gaswege (4 bis 8; 40 bis 42) und dort, wo sie seitlich aus den Platten (9, 10; 48, 49) austreten, die Anschlußstellen (12 bis 17; 51 bis 54) bilden.
2. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt der Rinnen (11; 50) den an Anschlußstellen (12 bis 17; 51 bis 54) größer ist, als im Bereich der dazwischen liegenden Gaswege (4 bis 8; 40 bis 42) und daß in den Anschlußstellen (12 bis 17; 51 bis 54) zu den Gasquellen und Gassenken führende Kapillaren (1, 2, 18 bis 21; 38, 43, 44, 63) eingesetzt sind.
3. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (9, 10; 48, 49) aus monokristallinem Silizium bestehen, in das die Rinnen (11; 50) durch isotropes Ätzen eingebracht sind.
4. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das monokristalline Silizium im Bereich der Rinnen (11) in poröses Silizium (76) umgewandelt und anschließend durch Ätzen entfernt wurde (Fig. 3 bis 18).
5. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rinnen (11) mit

einer Siliziumdioxid-Schicht (77) ausgekleidet sind (Fig. 15).

6. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Umschalten von Proben- und Trägergasströmen zwischen zwei chromatographischen Trennsäulen (1, 2) die Rinnen (11) in den Platten (9, 10) einen Hauptgasweg (4), zwei Hilfsgaswege (7, 8) und zwei Verbindungsgaswege (5, 6) bilden, daß beiderseits des Hauptgasweges (4) jeweils einer der Hilfsgaswege (7, 8) verläuft, daß jeder der beiden Hilfsgaswege (7, 8) über jeweils einen der Verbindungsgaswege (5, 6) mit dem Hauptgasweg (4) verbunden ist, wobei die Einmündungsstellen (22, 23) der Verbindungsgaswege (5, 6) in den Hauptgasweg (4) 15 entlang des Hauptgasweges (4) gegeneinander versetzt angeordnet sind, daß der Querschnitt der Verbindungsgaswege (5, 6) kleiner als die Querschnitte des Hauptgasweges (4) und der Hilfsgaswege (7, 8) ist und daß der Querschnitt des Hauptgasweges (4) im Bereich zwischen den Einmündungsstellen (22, 23) der Verbindungsgaswege (5, 6) geringer als außerhalb dieses Bereichs ist, wobei in an sich bekannter Weise der Hauptgasweg (4) in Reihenschaltung mit den beiden Trennsäulen (1, 2) zwischen diese geschaltet ist und die Hilfsgaswege (7, 8) auf einer Seite über die Einrichtung (24) zur Einstellung unterschiedlicher Drücke mit einer Trägergasquelle (25) 20 verbunden sind (Fig. 1).

7. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsgaswege (7, 8) jeweils über abzweigende Gaswege (32, 33) mit Anschlußstellen (34, 35) für Druckmeßeinrichtungen (36) verbunden sind (Fig. 1).

8. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach einem der Ansprüche 35 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zum Dosieren eines Probengases insbesondere für die gaschromatographische Analyse die Rinnen (50) in den Platten (48, 49) einen Träger-

gasweg (40), einen Probengasweg (42) und einen Verbindungs-gasweg (41) zwischen dem Trägergasweg (40) und dem Probengas-weg (42) bilden und daß an dem Abzweig (56) des Verbindungs-gasweges (41) von dem Probengasweg (42) das Verhältnis der
5 Querschnitte des Verbindungsgaswegs (41) und der Fortsetzung (57) des Probengasweges (42) einem vorgegebenen Teilungsver-hältnis des Probengasstromes entspricht, wobei in an sich be-kannter Weise der Trägergasweg (40) und der Probengasweg (42) auf einer Seite über die Einrichtung (45) zur Einstellung
10 unterschiedlicher Drücke mit einer Trägergasquelle (46) ver-bunden sind und zwischen der Trägergasquelle (46) und dem Probengasweg (42) eine Dosiereinrichtung (47) zum Einschleu-sen eines Probengaspfropfes in den Trägergasstrom angeordnet ist (Fig. 2).

15

9. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 8, da-durch gekennzeichnet, daß bei einem Teilungsver-hältnis des Probengasstromes von 50 : 50 der Abzweig (56) des Verbindungsgasweges (41) von dem Probengasweg (42) in Form
20 einer symmetrischen Weggabelung ausgebildet ist (Fig. 2).

10. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach einem der voran-gehenden Ansprüche mit mindestens einer daran angeschlossenen chromatographischen Trennsäule (1, 2), dadurch gekenn-zeichnet, daß die Einrichtung (85) zur Einstellung unter-schiedlicher Drücke elektronische Druckregler (87, 88) ent-hält, deren Sollwerte aufgrund von Geometriedaten der Gaswege (4 bis 8) und der Trennsäule (1, 2) und in Abhängigkeit von Parametern der durchströmenden Gase sowie in Abhängigkeit von
25 der Temperatur und der gewünschten Strömungsgeschwindigkeit in der Trennsäule (1, 2) berechnet und eingestellt sind
30 (Fig. 19).

11. Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung nach Anspruch 10, da-durch gekennzeichnet, daß die Gasdurchfluß-Um-schalteinrichtung bei Einstellung der berechneten Sollwerte an den Druckreglern (87, 88) mit einem Probengas betrieben

wird, das mit der Trennphase der Trennsäule (1, 2) keine Wechselwirkung hat, daß die Durchlaufzeit (Retentionszeit) des Probengases durch die Trennsäule (1, 2) gemessen und dar- aus der mittlere Innendurchmesser der Trennsäule (1, 2) be- 5 rechnet wird und daß die Sollwerte für die Druckregler (87, 88) aufgrund des so ermittelten mittleren Innendurchmessers der Trennsäule (1, 2) nachberechnet werden.

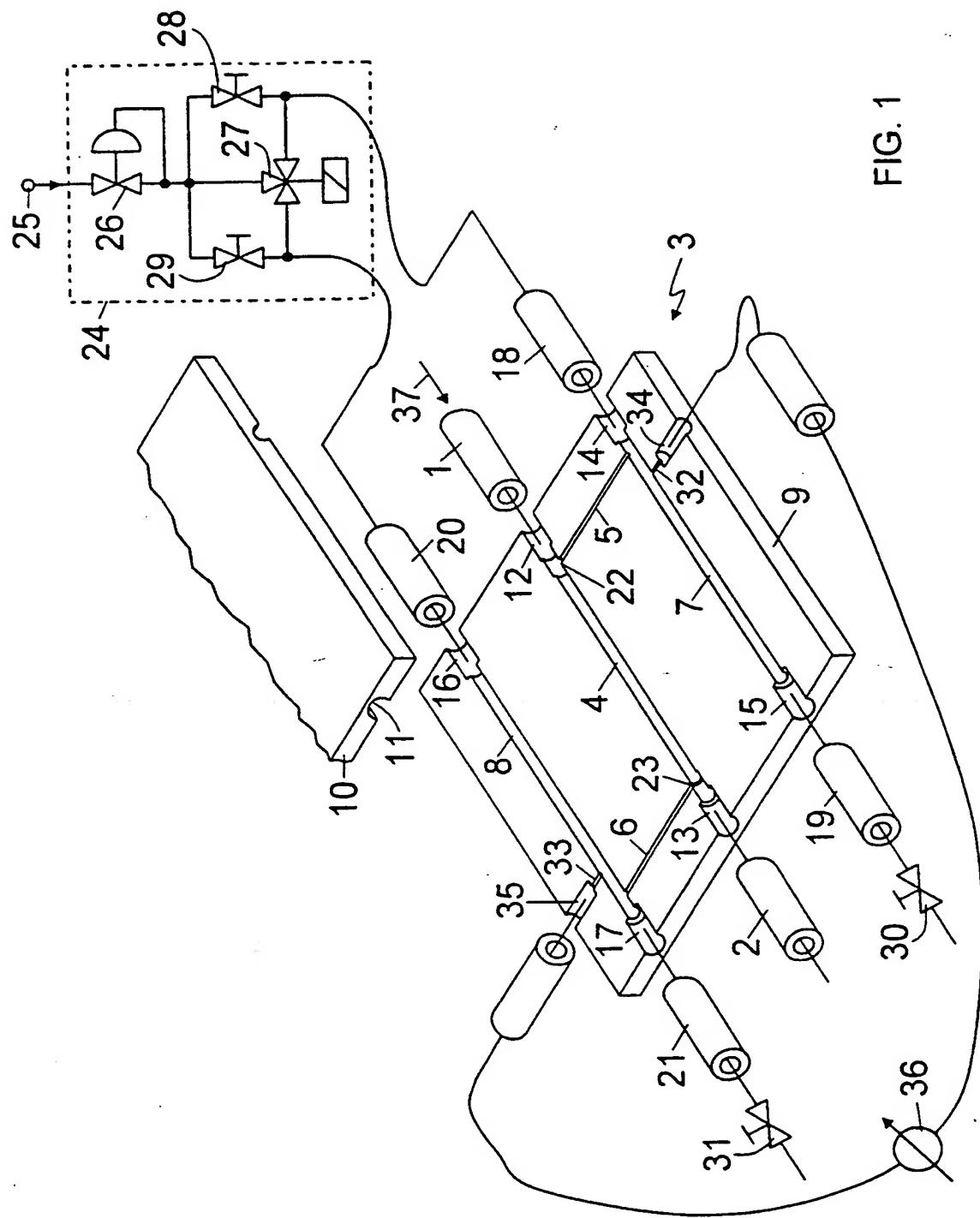


FIG. 1

2/5

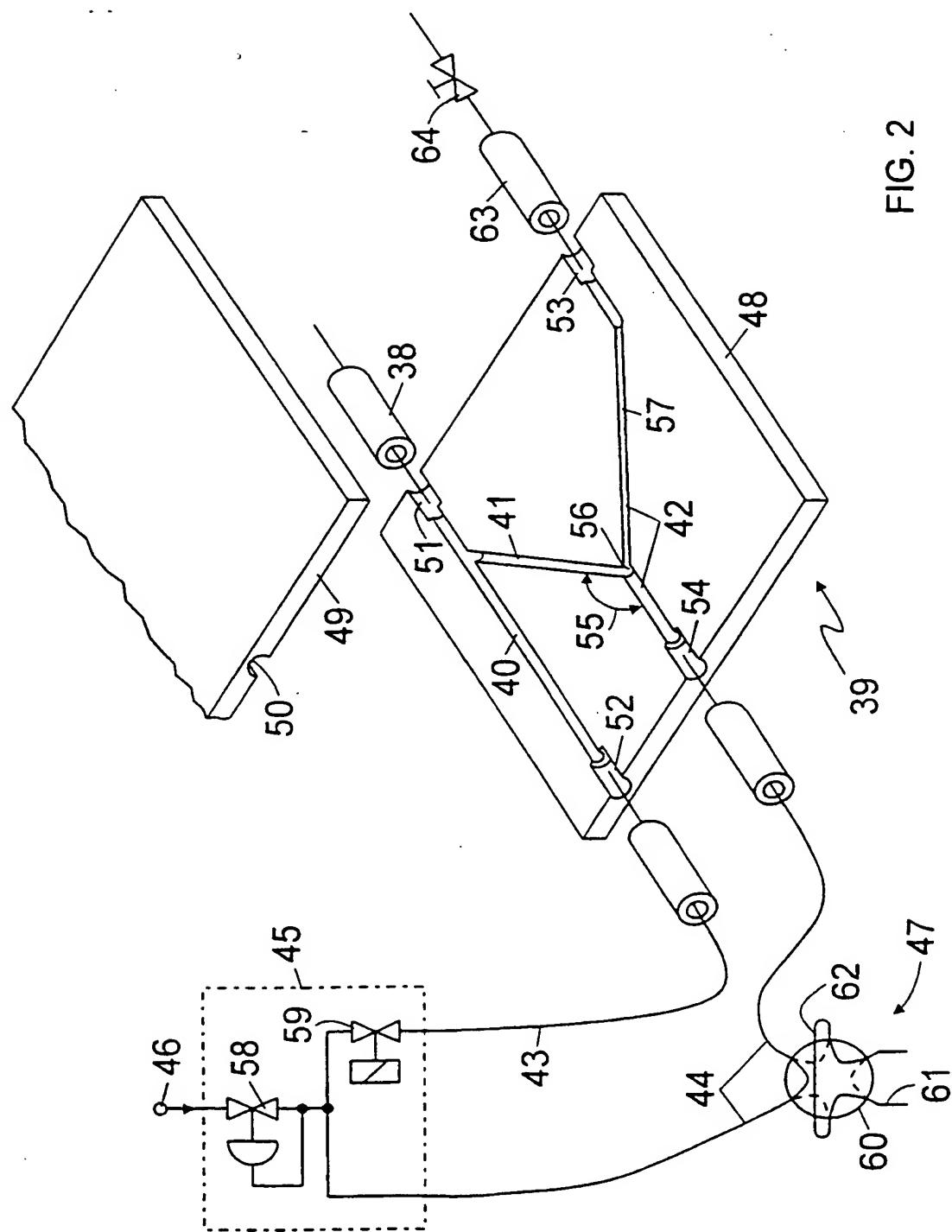


FIG. 2

3/5

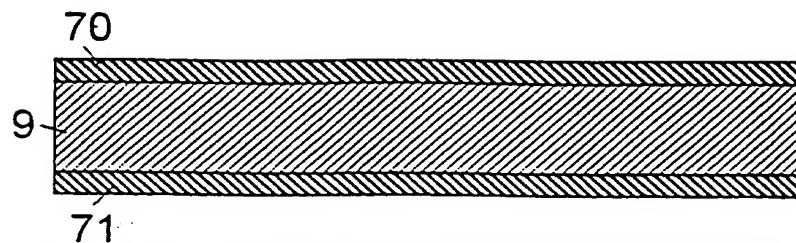


FIG. 3

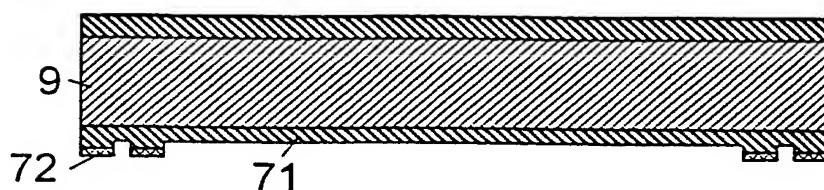


FIG. 4

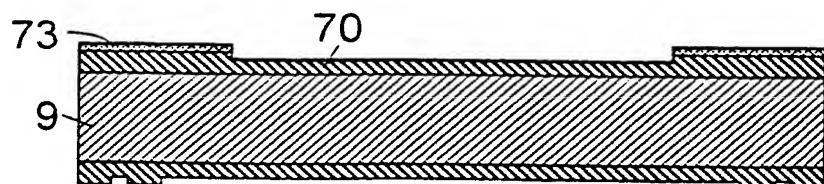


FIG. 5

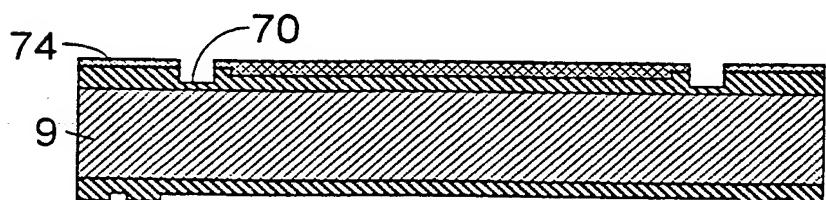


FIG. 6

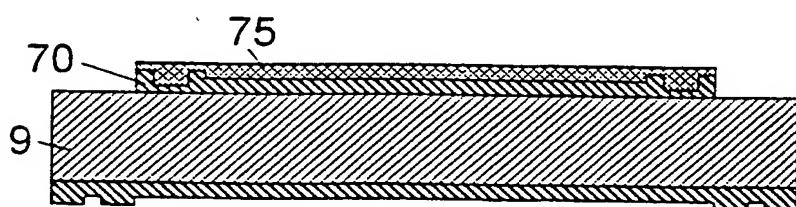


FIG. 7

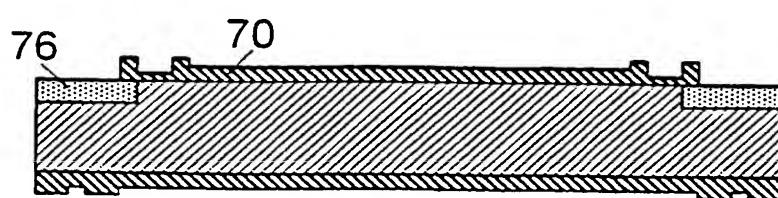


FIG. 8

4/5

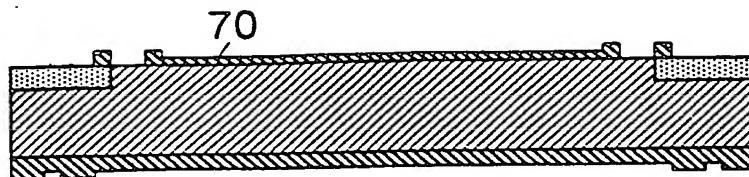


FIG. 9

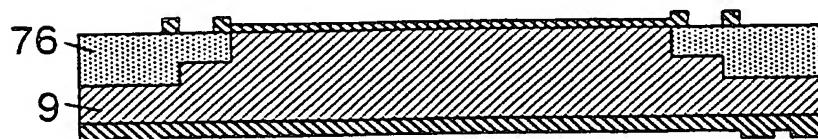


FIG. 10

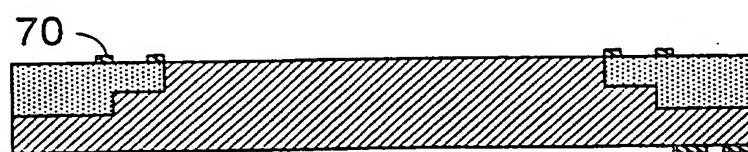


FIG. 11

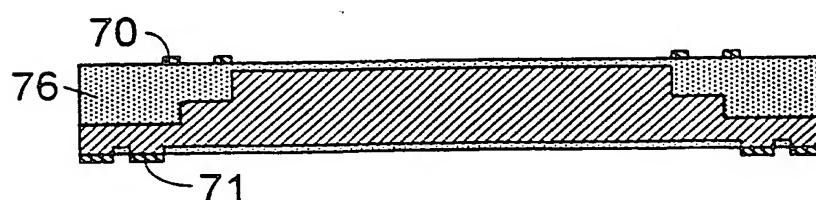


FIG. 12

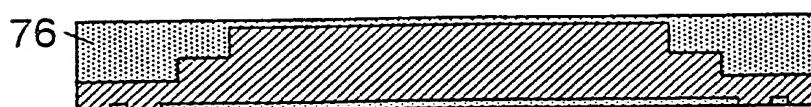


FIG. 13

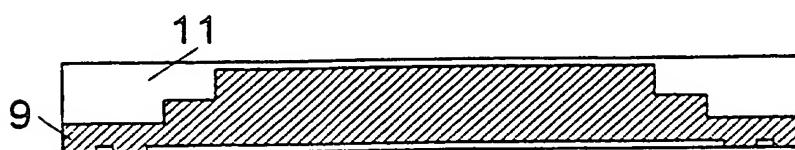


FIG. 14

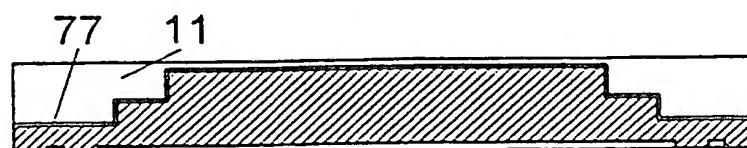


FIG. 15

5/5

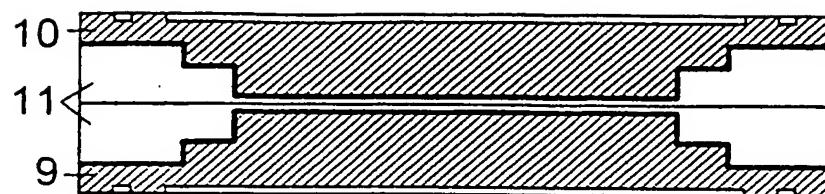


FIG. 16

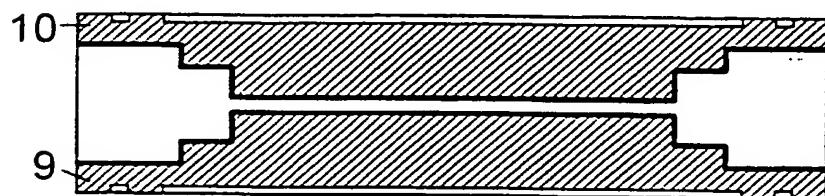


FIG. 17

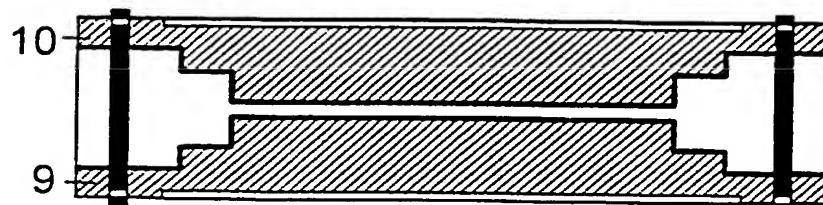


FIG. 18

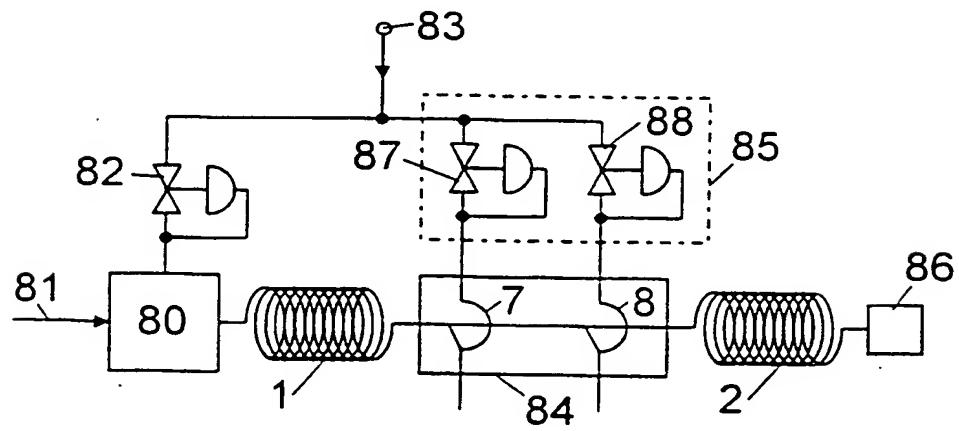


FIG. 19

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

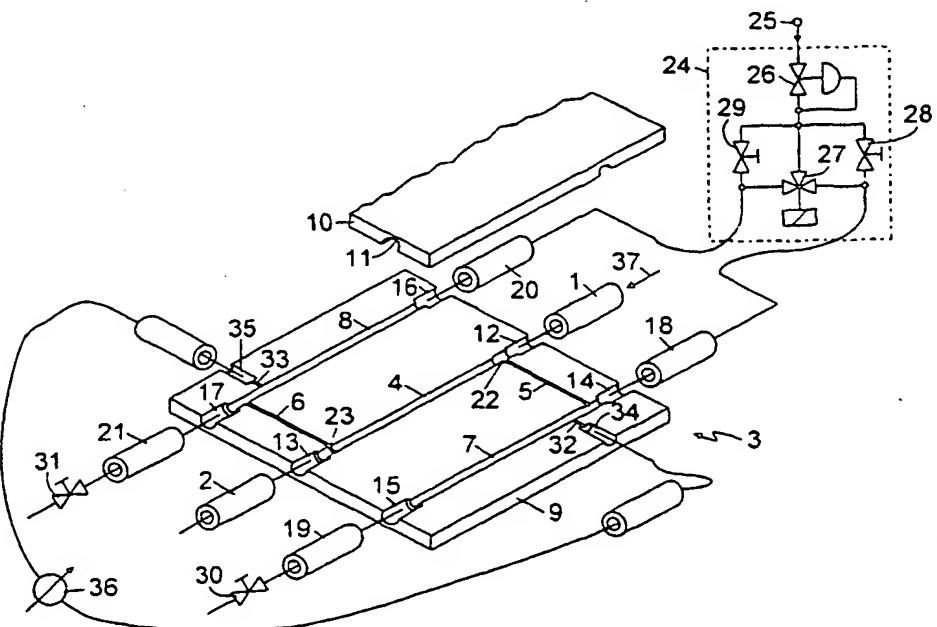
(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :		A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/17634
G01N 30/46, 30/20			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. März 2000 (30.03.00)
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE99/03054	(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum:	23. September 1999 (23.09.99)		
(30) Prioritätsdaten:	198 43 942.3 24. September 1998 (24.09.98) DE	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (DE/DE); Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).	(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchen- berichts: 13. Juli 2000 (13.07.00)	
(72) Erfinder: und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):	GELLERT, Udo (DE/DE); Maxburgring 23, D-76756 Bellheim (DE). MÜLLER, Fried- helm (DE/DE); Bahnhofstrasse 106, D-76351 Linken- heim-Hochstetten (DE). STECKENBORN, Arno (DE/DE); Stadtrandstrasse 467B, D-13589 Berlin (DE).		

(54) Title: GAS FLOW SWITCHING DEVICE

(54) Bezeichnung: GASDURCHFLUSS-UMSCHALTEINRICHTUNG

(57) Abstract

To reverse gas flows between gas sources and gas sinks, a gas flow switching device comprises gas passages, which communicate with each other and have connecting points for the gas sources and sinks, as well as a device for setting different pressures. The aim of the invention is to simplify the construction of such a gas flow switching device while making it possible to obtain precisely defined pressure and flow conditions without the need for calibration. To this end two plates (9, 10), which are positioned on top of each other and joined together, on their sides facing each other have congruent channels (11) having a semicircular cross-section. Said channels embody the gas passages (4, 8) and, at their lateral exit points from the plates (9, 10), the connecting points (12 to 17).



(57) Zusammenfassung

Zur Umschaltung von Gasströmen zwischen Gasquellen und Gassenken enthält eine Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung miteinander kommunizierende Gaswege mit Anschlußstellen für die Gasquellen und Gassenken sowie eine Einrichtung zur Einstellung unterschiedlicher Drücke. Um den Aufbau der Gasdurchfluß-Umschalteinrichtung zu vereinfachen, wobei ohne Justieraufwand genau definierte Druck- und Strömungsverhältnisse erreichbar sein sollen, ist vorgesehen, daß zwei aufeinanderliegende und miteinander verbundene Platten (9, 10) auf ihren einander zugewandten Seiten deckungsgleiche Rinnen (11) mit halbkreisförmigem Querschnitt aufweisen, die die Gaswege (4 bis 8) und dort, wo sie seitlich aus den Platten (9, 10) austreten, die Anschlußstellen (12 bis 17) bilden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Amenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Kora	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/03054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01N30/46 G01N30/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 792 943 A (CRAIG STEPHEN R) 11 August 1998 (1998-08-11) column 17, line 19 -column 18, line 45; figures 7-9 ---	1
Y	EP 0 003 617 A (SIEMENS AG) 22 August 1979 (1979-08-22) cited in the application page 7, line 20 -page 9, line 21; figure 2 ---	1
A	US 4 861 358 A (MUELLER FRIEDHELM ET AL) 29 August 1989 (1989-08-29) cited in the application abstract; figure 1 ---	1
A	US 5 720 798 A (SNYDER W DALE ET AL) 24 February 1998 (1998-02-24) column 3, line 26 -column 4, line 21 ---	1
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 2000

Date of mailing of the international search report

14/04/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zinngrebe, U

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/03054

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 789 238 A (CHROMPACK INT BV) 13 August 1997 (1997-08-13) column 1, line 3-8 column 3, line 24 -column 4, line 13; figures 1,2A,2B ----	1
A	US 5 641 400 A (BEK FRITZ ET AL) 24 June 1997 (1997-06-24) column 14, line 66 -column 15, line 25; figures 6,7 ----	1
A	US 4 394 263 A (DOSCH WERNER ET AL) 19 July 1983 (1983-07-19) abstract column 2, line 39-65; figure 3. -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 99/03054

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication dat
US 5792943	A 11-08-1998	NONE			
EP 0003617	A 22-08-1979	DE 2806123 A			16-08-1979
		AT 363061 B			10-07-1981
		AT 112379 A			15-12-1980
US 4861358	A 29-08-1989	DE 3707488 A			22-09-1988
		EP 0281831 A			14-09-1988
US 5720798	A 24-02-1998	NONE			
EP 0789238	A 13-08-1997	NONE			
US 5641400	A 24-06-1997	US 5500071 A			19-03-1996
		EP 0770871 A			02-05-1997
		EP 0708330 A			24-04-1996
		EP 0708331 A			24-04-1996
		EP 0734281 A			02-10-1996
		EP 0734282 A			02-10-1996
		JP 9508706 T			02-09-1997
		WO 9612545 A			02-05-1996
		WO 9612546 A			02-05-1996
		US RE36350 E			26-10-1999
		US 5658413 A			19-08-1997
		US 5571410 A			05-11-1996
		US 6033628 A			07-03-2000
		US 5882571 A			16-03-1999
		US 5804022 A			08-09-1998
US 4394263	A 19-07-1983	DE 3045654 A			08-07-1982
		AT 15943 T			15-10-1985
		EP 0053768 A			16-06-1982

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03054

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01N30/46 G01N30/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 792 943 A (CRAIG STEPHEN R) 11. August 1998 (1998-08-11) Spalte 17, Zeile 19 -Spalte 18, Zeile 45; Abbildungen 7-9	1
Y	EP 0 003 617 A (SIEMENS AG) 22. August 1979 (1979-08-22) in der Anmeldung erwähnt Seite 7, Zeile 20 -Seite 9, Zeile 21; Abbildung 2	1
A	US 4 861 358 A (MUELLER FRIEDHELM ET AL) 29. August 1989 (1989-08-29) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30. März 2000

14/04/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zinngrebe, U

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03054

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 720 798 A (SNYDER W DALE ET AL) 24. Februar 1998 (1998-02-24) Spalte 3, Zeile 26 -Spalte 4, Zeile 21 ---	1
A	EP 0 789 238 A (CHROMPACK INT BV) 13. August 1997 (1997-08-13) Spalte 1, Zeile 3-8 Spalte 3, Zeile 24 -Spalte 4, Zeile 13; Abbildungen 1,2A,2B ---	1
A	US 5 641 400 A (BEK FRITZ ET AL) 24. Juni 1997 (1997-06-24) Spalte 14, Zeile 66 -Spalte 15, Zeile 25; Abbildungen 6,7 ---	1
A	US 4 394 263 A (DOSCH WERNER ET AL) 19. Juli 1983 (1983-07-19) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 39-65; Abbildung 3. ----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03054

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(r) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5792943	A	11-08-1998	KEINE		
EP 0003617	A	22-08-1979	DE	2806123 A	16-08-1979
			AT	363061 B	10-07-1981
			AT	112379 A	15-12-1980
US 4861358	A	29-08-1989	DE	3707488 A	22-09-1988
			EP	0281831 A	14-09-1988
US 5720798	A	24-02-1998	KEINE		
EP 0789238	A	13-08-1997	KEINE		
US 5641400	A	24-06-1997	US	5500071 A	19-03-1996
			EP	0770871 A	02-05-1997
			EP	0708330 A	24-04-1996
			EP	0708331 A	24-04-1996
			EP	0734281 A	02-10-1996
			EP	0734282 A	02-10-1996
			JP	9508706 T	02-09-1997
			WO	9612545 A	02-05-1996
			WO	9612546 A	02-05-1996
			US	RE36350 E	26-10-1999
			US	5658413 A	19-08-1997
			US	5571410 A	05-11-1996
			US	6033628 A	07-03-2000
			US	5882571 A	16-03-1999
			US	5804022 A	08-09-1998
US 4394263	A	19-07-1983	DE	3045654 A	08-07-1982
			AT	15943 T	15-10-1985
			EP	0053768 A	16-06-1982